CONSTANTIN RUSU (coord.)

IMPACTUL RISCURILOR HIDRO-CLIMATICE ȘI PEDO-GEOMORFOLOGICE ASUPRA MEDIULUI ÎN BAZINUL BÂRLADULUI

Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza“ Iaşi

Constantin Rusu
(coordonator)

Impactul riscurilor hidro-climatice şi pedo-geomorfologice asupra mediului în bazinul Bârladului

Lucrarea a apărut cu sprijinul financiar al contractului CEEX 756/2006 – IRIS „Impactul riscurilor hidro-climatice şi pedo-geomorfologice asupra mediului în bazinul Bârladului", director prof.dr. Constantin Rusu

Workshop
16 – 17 noiembrie 2007

Redactor: MARIANA PRICOP
Tehnoredactor: FLORENTINA CRUCERESCU
Grafician: MANUELA OBOROCEANU

ISBN 978 – 973 – 703 – 294 – 2

© Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza", 2007
700511 Iaşi, str. Păcurari nr. 9, tel./fax: 0232–314947
www.editura.uaic.ro
editura@uaic.ro

Constantin Rusu
(coordonator)

Impactul riscurilor hidro-climatice şi pedo-geomorfologice asupra mediului în bazinul Bârladului

EDITURA UNIVERSITĂŢII „ALEXANDRU IOAN CUZA“
IAŞI – 2007

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Impactul riscurilor hidro-climatice şi pedo-geomorfologice asupra mediului în bazinul Bârladului / coord.: Constantin Rusu. - Iaşi: Editura Universității „Al. I. Cuza", 2007
ISBN 978-973-703-294-2

I. Rusu, Constantin (coord.)

551.583:627.82(498-22 Bârlad)

CUPRINS

Considerații privind ritmul de sedimentare în acumulările din Podișul Bârladului (**Ion Ioniță, Romul Mărgineanu**) 7
Rolul schimbărilor climatice şi al intervențiilor antropice asupra evoluției albiei râului Bârlad (**Maria Rădoane, Nicolae Rădoane, Ionuț Cristea**) 19
Studiul alunecărilor de teren ca factor de risc în bazinul Bârladului cu ajutorul SIG. 1 – Distribuția alunecărilor de teren din bazinul Bârladului (**Ionuț Vasiliniuc, Adrian Ursu, Lilian Niacşu, Constantin Rusu, Iulian Cătălin Stângă**) 41
Studiul alunecărilor de teren ca factor de risc în bazinul Bârladului cu ajutorul SIG. 2 – Susceptibilitatea la alunecări de teren în bazinul Bârladului (**Ionuț Vasiliniuc, Adrian Ursu**) 55
Utilizarea aerofotogramelor în studiul degradării terenurilor din bazinul Pereschiv (Colinele Tutovei). Aplicații GIS (**Lilian Niacşu, Adrian Ursu**) 73
Fenomene de risc agrometeorologic în zona Moldovei şi efectele asupra agriculturii (**Elena Mateescu, Daniel Alexandru**) 89
Perturbații meteorologice recente în Regiunea de Nord-Est a României (**Eugen Rusu, Lucian Sfâcă**) 99
Considerații privind fenomenul de secetă din bazinul Bârladului (**Ionuț Minea, Lucian Sfâcă, Iulian Cătălin Stângă, Ionuț Vasiliniuc**) 107
Impactul ambiental al averselor din septembrie 2007 în Podișul Bârladului (**Ion Ioniță**) 121
Legenda hărții solurilor. Aplicatii SIG în bazinul Pereschiv (Colinele Tutovei) (**Lilian Niacşu, Cristian Secu, Constantin Rusu**) 137
Sezonul critic de eroziune în Podișul Bârladului (**Ion Ioniță**) 147
Conținuturi de macro- şi microelemente în solurile din Podișul Bârladului (Colinele Tutovei) (**Mihaela Lungu, Lilian Niacşu, Iulian Cătălin Stângă, Mihaela Monica Aldea, Rodica Lazăr, Venera Mihaela Stroe, Ion Râşnoveanu**) 161
Efectul lacurilor de baraj şi al iazurilor în captarea aluviunilor râurilor din bazinul Bârladului (**Nicolae Rădoane, Maria Rădoane**) 169
Însuşirile de schimb cationic ale unor profile de sol reprezentative din Podișul Bârladului (**Nineta Rizea, Lilian Niacşu, Iulian Cătălin Stângă, Rodica Lazăr, Venera Mihaela Stroe, Mihaela Monica Aldea**) 179
Aspecte actuale ale lucrărilor de combatere a eroziunii solului din bazinul hidrografic Berheci (**Valeriu Moca, Daniel Bucur**) 189
Aspecte metodologice privind modelarea spațială a riscului erozional folosind USLE/RUSLE în cadrul SIG (**Cristian Valeriu Patriche, Cristi Stoleriu**) 201
Analiza principalilor parametri geomorfometrici ai bazinului hidrografic Bârlad (**Niculiță Mihai, Tanasă Iuliana**) 209

ANALIZA PRINCIPALILOR PARAMETRI GEOMORFOMETRICI AI BAZINULUI HIDROGRAFIC BÂRLAD

MIHAI NICULIȚĂ, IULIANA C. NICULIȚĂ*

Abstract

Prezenta lucrare analizează principalii parametri geomorfometrici ai bazinului hidrografic Bârlad. Modelul numeric al terenului SRTM a fost folosit la extracția acestora. Pentru validarea folosirii modelului numeric al terenului SRTM, pentru o suprafață etalon din bazin s-a făcut comparația acestuia cu un model numeric al altitudinii terenului obținut pe baza hărților topografice. Principala metodă de analiză a parametrilor geomorfometrici este calcularea coeficientului de corelație între parametri și altitudine, dar se fac și diverse legături între parametrii și procesele geomorfologice sau caracteristicile reliefului.

Introducere

Geomorfometria este ramura geomorfologiei care se ocupă cu caracterizarea cantitativă a suprafeței terestre (Florinsky I.V., 1998, Pike R.J., 2000, Rădoane Maria et al., 2006, Pike R.J. et al., 2007). Caracterizarea cantitativă se face cu ajutorul parametrilor geomorfometrici. Dintre aceştia, cei mai importanți sunt cei derivați direct din altitudine. Panta şi aspectul (expoziția) sunt derivatele primare ale altitudinii (Evans I.S., Cox N.J., 1998).

Metode şi materiale

Sursa de altitudine folosită pentru obținerea parametrilor geomorfometrici a fost modelul numeric al terenului SRTM, în format raster, reşapat la o rezoluție de 30x30 m. Acest model numeric al terenului este obținut prin interferometrie radar şi reprezintă şi alte aspecte ale suprafeței terestre (construcții antropice, vegetația lemnoasă) (Documentație SRTM). Pentru a valida folosirea acestui model numeric al terenului (în figuri numit DEM SRTM), s-a folosit un model numeric al altitudinii terenului pentru o zonă din bazinul hidrografic studiat,

* Universitatea „Al. I. Cuza" Iaşi.

făcându-se diferite comparații între cele două (fig. 1). Modelul numeric al altitudinii terenului reprezintă referința față de care se analizează fidelitatea modelului numeric al terenului SRTM. Modelul numeric al altitudinii terenului (în figuri este denumit DEM TOPO) a fost obținut prin interpolarea curbelor de nivel digitizate de pe hărți topografice 25k, folosind algoritmul curburii minime implementat în softul TntMips (Documentație TntMips).

Comparația făcută a fost atât între date de altitudine, cât și între derivatele primare, pantă și aspect. Pe lângă scăderea rasterială a modelului numeric al terenului SRTM din modelul numeric al altitudinii terenului, s-a reprezentat histograma frecvențelor relative ale diferenței erorilor, corelația între rastere, profile comparative și statistica simplă (Evans I.S., 1996).

Pentru analiza parametrilor geomorfometrici ai bazinului hidrografic Bârlad s-a folosit reprezentarea spațială a valorilor sub formă raster, histograma frecvențelor relative și corelații raster-raster între parametri.

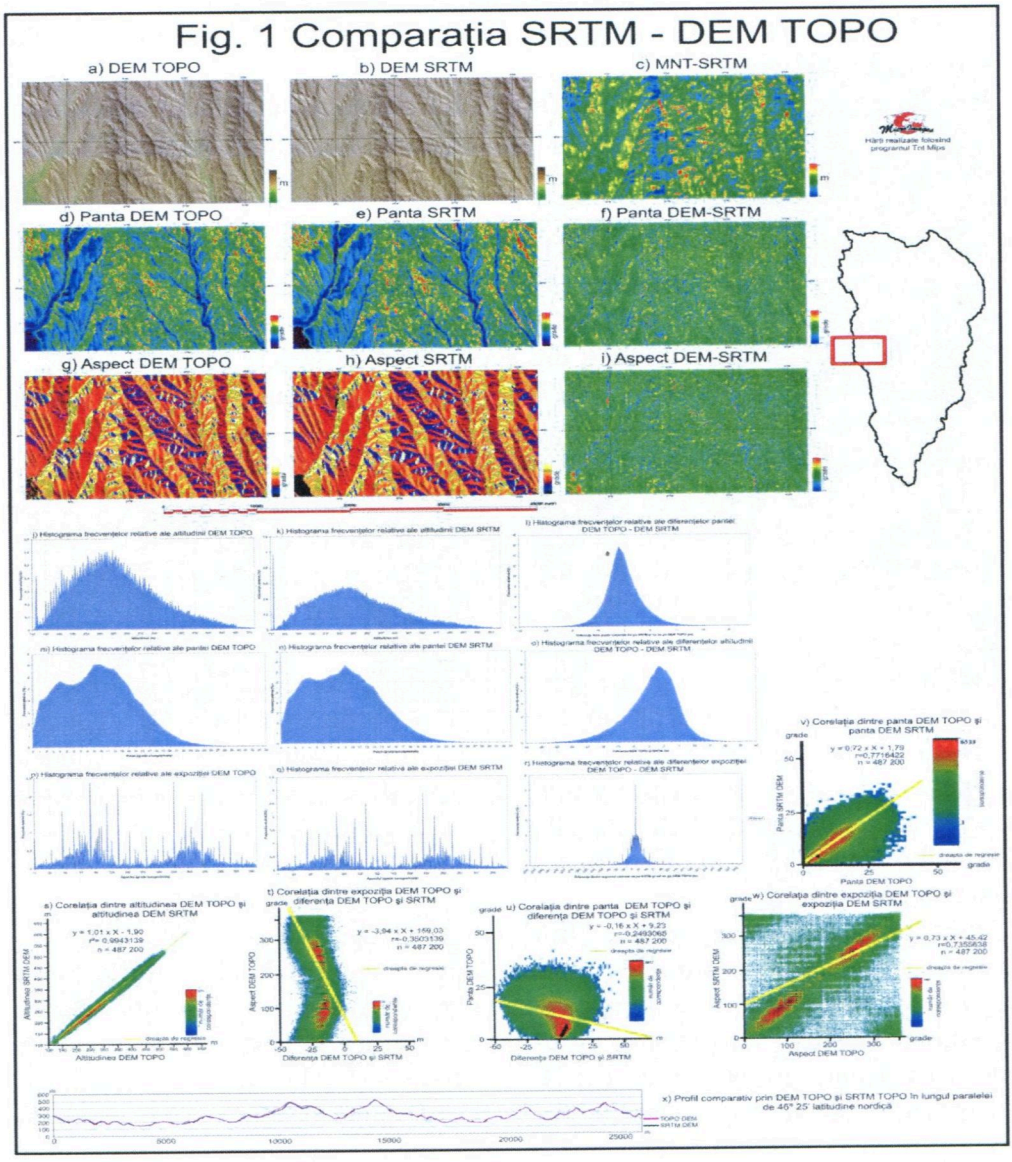
Corelația între rastere se face prin următoarea analiză efectuată pixel cu pixel: de câte ori un pixel de pantă x^o are altitudinea de x m etc. (această corelație este implementată în softul TntMips). Reprezentarea grafică se face sub forma unei diagrame cu două axe (pe axa *ox* valorile unui raster, și pe axa *oy* valorile celuilalt raster), fiecărei perechi de coordonate *(ox, oy)* i se atribuie numărul de corespondențe aferent (ex: *Z00* de pixeli de pantă y^o au altitudinea de x m), folosindu-se o scară de culori.

Algoritmii pentru calcularea pantei și aspectului sunt cei implementați în softul TntMips și calculează panta unui pixel central dintr-o fereastră de 3x3 pixeli, folosind cei 8 pixeli vecini.

Rezultate și discuții

Analiza făcută între modelul numeric al terenului SRTM și modelul numeric al altitudinii terenului (pentru zona în care sunt disponibile cele două modele numerice, fig. 1) scoate în evidență diferențele acceptabile între acestea, atât ca valoare, cât și ca distribuție (27,4% dintre erori sunt în intervalul ±2 m, 55% dintre erori sunt în intervalul ±5 m, 81,1% dintre erori sunt în intervalul ±10 m, 96,7% dintre erori sunt în intervalul ±20 m, 99,6% dintre erori sunt în intervalul ±30 m, valori apropiate de cele menționate în documentația SRTM, Rodriguez E. et al., 2005). Corelația raster-raster între modelul numeric al altitudinii terenului și modelul numeric al terenului SRTM (fig.1 s) are un coeficient cu semnificativitate raportat la dimensiunea eșantionului. Abaterile de la dreapta de regresie reprezintă diferențele dintre cele două modele numerice, și anume componenta antropică și cea de vegetație din modelul numeric al terenului SRTM. Se remarcă corelația mai bună la nivelul altitudinal 125-350 m. Acest

fapt este explicabil prin aceea că acest nivel are cea mai mare frecvență relativă, constituind versanții cuestelor și văilor superioare ale râurilor (a se vedea histograma frecvenței relative ale altitudinii DEM TOPO și DEM SRTM, fig. 1 j și k). De asemenea altitudinea minimă dintre cele două modele numerice este apropiată (114 m în DEM TOPO și 117 m în DEM SRTM, tabel nr. 2).



Deviațiile standard pentru cele două modele numerice sunt foarte apropiate: pentru DEM TOPO media este de 269,9 m, mediana de 262 şi deviația standard de 77 m, pentru DEM SRTM media este de 272,1 m, mediana de 263 şi deviația standard de 78,6 m (tabel nr. 2).

Atât în histograme (fig. 1 j şi k), cât şi în corelația rasterelor (fig. 1 s) se observă o neconcordanță peste medie în partea inferioară a scării altitudinale, în intervalul de la 100 la 150 m, care parțial poate fi pus pe seama apariției lacului de acumulare Răcăciuni.

Partea superioară a ecartului altitudinal are o corelație mai slabă, deoarece are o frecvență relativ redusă, fiind constituită de partea superioară a cuestelor, bine împădurită, cât şi datorită faptului că altitudinea maximă din DEM TOPO este 525, pe când în DEM SRTM est de 535 m.

Analiza histogramei DEM TOPO (fig. 1 j) scoate în evidență artefactele datorate metodei curburii minime, şi anume o frecvență relativ mai mare a altitudinilor corespunzătoare curbelor de nivel, față de altitudinile dintre acestea (ele apar ca „spini" în histograme); din acest punct de vedere se poate spune că modelul numeric al terenului SRTM prezintă o mai bună repartiție a altitudinilor.

Interesantă este analiza spațială a diferențelor DEM TOPO şi DEM SRTM (fig. 1 c). Astfel se observă că diferențele pozitive (altitudini mai mari în DEM TOPO decât în SRTM) apar pe versanții revers de cuestă, cu expoziție estică sau pe versanții cu expoziție sudică, iar diferențe negative (altitudini mai mici în DEM TOPO decât DEM SRTM) apar pe versanții frunte de cuestă, cu expoziție vestică sau pe versanții cu expoziție nordică. Singura explicație a acestui fapt poate fi o neconcordanță de georeferință spațială a celor două modele numerice (fig. 1 a şi b), atât pe direcția nord-sud, cât şi pe direcția est-vest. Vegetația lemnoasă nu se corelează aşa de bine cu erorile dintre cele două modele numerice, aşa cum remarcă alți autori (Nelson şi al., 2007) probabil datorită neconcordanței de georeferențiere, cât şi rezoluției inițiale a modelului numeric al terenului SRTM (90x60 m). Într-o singură zonă a fost găsită o dovadă clară a existenței unei păduri (fig. 2).

Histograma diferențelor dintre DEM TOPO şi DEM SRTM (fig. 1 l) are o repartiție unimodală, cu asimetrie moderată de stânga, predominând diferențele negative. Acest fapt se poate pune pe seama remarcii de mai sus, a concordanței diferențelor negative cu versanții cu expoziție nordică şi vestică, coroborată cu faptul că versanții cu expoziție vestică au o frecvență relativă mare, față de cei cu expoziție sudică. Nu acelaşi lucru se poate spune despre cei cu expoziție sudică şi nordică, care au o frecvență relativă mică. Apare problema versanților cu expoziție estică, care au şi ei frecvențe relative mari, şi se corelează cu

diferențele pozitive. În această privință dacă analizăm histogramele frecvenței relative a expoziției (fig. 1 p și q) se observă că versanții cu expoziție nord-vestică au o frecvență chiar mai mare ca a celor estici sau vestici. Făcând această remarcă și analizând corelația raster-raster a expoziției cu diferențele DEM TOPO și DEM SRTM (fig. 1 t), se observă că orientările NE, E, și SV se corelează foarte bine cu diferențele negative.

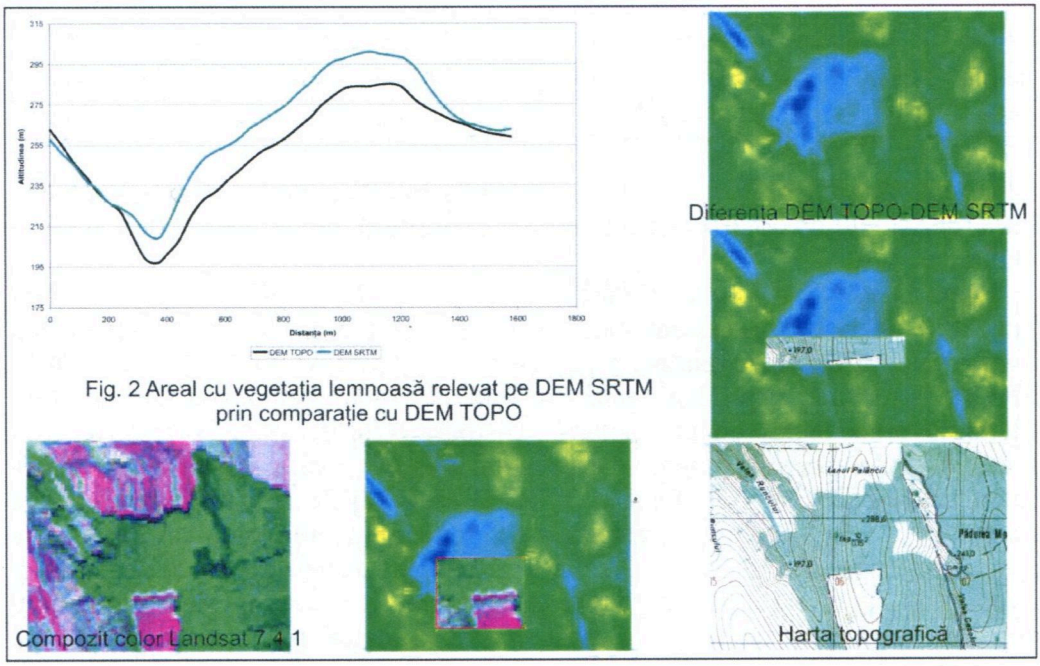


Fig. 2 Areal cu vegetația lemnoasă relevat pe DEM SRTM prin comparație cu DEM TOPO

În ceea ce privește corelația raster a pantei cu diferențele DEM TOPO și DEM SRTM (fig. u), cu cât panta crește, cu atât diferențele tind să devină negative, diferențele apropiate de 0 corelându-se cu pantele mici (fapt observat și de Gorokhovich Y., Voustianiouk A., 2006). Explicația acestui lucru se poate datora faptului că înclinarea instrumentului cu care s-au obținut datele SRTM variază de la 30° la 58° (documentație SRTM), fapt remarcat și de Gamache M., 2004 pentru zonele montane. Astfel, la valori mari de pantă poate interveni efectul de umbră topografică, care introduce erori, deci diferențe față de DEM TOPO (introduce surplusuri de altitudine, deci diferențe negative la scăderea celor două rastere).

Tabelul 1. Statistica simplă a rasterelor folosite în comparația DEM TOPO-DEM SRTM

	Alt. TOPO (m)	Alt. SRTM (m)	Alt. TOPO-SRTM (m)	Panta SRTM (grade)	Panta TOPO (id.)	Aspect SRTM (id.)	Aspect TOPO (id.)	Panta TOPO-SRTM (id.)	Exp. TOPO-SRTM (id.)
Maxim	525	535	40	33	34	-1	-1	26	357
Minim	114	117	-43	0	0	358	358	-19	-358
Media	269.9	272.1	-2.01	8.6	9.55	167.15	166.7	0.92	-0.399
Mediana	262	263	-1	8	9	162	160	1	0
St. dev.	77	78.6	8.4	4.9	5.27	93.73	94.3	3.45	67.98

Comparația DEM TOPO şi DEM SRTM poate fi completată de comparația între derivatele geomorfometrice obținute pornind de la cele două modele numerice.

Panta DEM TOPO se corelează bine cu panta DEM SRTM (fig. 1 v), fapt indicat de coeficientul de corelație, dar nu aşa de bine ca altitudinea. Analizând histogramele frecvenței relative a pantelor obținute de pe DEM TOPO şi DEM SRTM (fig. 1 m şi n) nu distingem artefacte asemănătoare cu cele ale altitudinii (datorate procedeului de interpolare). Histogramele frecvențelor relative sunt foarte asemănătoare. Histograma frecvenței relative a diferențelor dintre panta calculată de pe DEM TOPO şi DEM SRTM are o repartiție slab asimetrică spre stânga (fig. 1 o). Reparțiția spațială a diferențelor pantei calculate de pe cele două modele numerice (fig. 1 f) scoate în evidență zonele cu pantă accentuată, partea lor superioară având diferențe pozitive, iar cea inferioară diferențe negative (din nou credem că acest lucru se datorează unor diferențe de georeferință).

Şi expoziția calculată de pe cele două modele numerice se corelează. Din analiza corelației raster (fig. 1 w) se observă un model repetitiv, spațiat regulat la aproximativ 45°, care reiese şi din analiza histogramelor expoziției calculate de pe cele două modele numerice (fig. 1 p şi q). Dacă pentru modelul numeric al altitudinii terenului acest lucru este explicabil prin transmiterea efectului datorat procedeului de interpolare, cu anumite intervale care apar cu frecvență mare (şi a căror expoziție va părea şi ea cu frecvență mai mare), pentru modelul numeric al terenului SRTM prezența acestui artefact este curioasă. Repartiția spațială a diferențelor expoziției calculate de pe cele două modele (fig. 1 i) scoate în evidență văile şi interfluviile. Văile mari au atât diferențe pozitive, cât şi diferențe negative (posibil efectul vegetației şi al construcțiilor antropice), pe când văile mici au diferențe negative, iar interfluviile diferențe pozitive (fapt curios ce poate fi pus doar pe seama unor diferențe de georeferențiere).

Altitudinea bazinului hidrografic Bârlad (după modelul numeric al terenului SRTM) variază între 17 şi 558 m, altitudinea medie fiind de 209 m, mediana de 206 m, cu o deviaţie standard de 90,7 m (tabel nr. 2). Histograma frecvenţelor relative ale altitudinii bazinului este bimodală, cu asimetrie moderată de stânga (fig. 3 a). Altitudinile medii (100-300 m) sunt cele mai frecvente (fig. 3 a şi d), ele suprapunându-se luncilor din sectoarele superioare ale râurilor şi versanţilor cuestelor. Altitudinile inferioare (17-100 m) au o frecvenţă considerabilă, dată de suprapunerea acestora cu luncile largi din sectoarele inferioare şi mediane ale râurilor. Altitudinile superioare (peste 300 m) au o frecvenţă redusă, datorită suprapunerii acestora cu partea superioară a interfluviilor, în general înguste.

Tabelul 2. Statistica simplă a principalilor parametri geomorfometrici ai BH Bârlad

	Alt. BH (m)	Panta BH (grade sexagesimale)	Aspect BH (grade sexagesimale)
Maxim	558	0	358
Minim	17	32	-1
Media	208.941	6.00452	160.553
Mediana	206	6	162
St. dev.	90.7254	4.30565	96.4707

Panta bazinului hidrografic Bârlad variază între 0 şi 32°, cu o medie de 6°, mediană de 6° şi deviaţie standard de 4,3° (tabel nr. 2). Cel mai bine reprezentat ecart de pantă este cel de 0-2° (fig. 3 b şi e), ce corespunde luncilor râurilor şi pe alocuri platourilor structurale şi reversurilor slab înclinate. Deşi cu o frecvenţă relativă mai redusă, cu reprezentare mai mare prin însumare este ecartul de pantă 2-9°. Acest ecart se suprapune reversurilor de cuestă, care ocupă cea mai mare parte din suprafaţa bazinului. Ecartul de pantă de peste 9° este cel mai slab reprezentat, deoarece el se suprapune frunţilor de cuestă cu înclinări mari. Aspectul bazinului hidrografic Bârlad variază de la -1° la 358°, cu o medie de 160,5°, mediană de 162° şi deviaţie standard de 96,5° (tabel nr. 2). Orientările NE şi SV acumulează cele mai mari frecvenţe (datorită direcţiei generale NV-SE a văilor din bazin)(fig. 3 c şi f).

Ca maxime de frecvenţă, se observă o spaţiere a maximelor principale de la 0° la 45°-90°-135°-180°-225°- 270°-315°. Maximele secundare se află la cca. o treime de maximul principal, de dreapta sau stânga. De ex. între orientările de maxim principal N şi NE, maximul secundar se află la cca. o treime stânga faţă de NE (între NNE şi NE).

Aceste maxime secundare accentuează direcțiile intermediare NE, NV, SE şi SV. Evans (2000) remarcă maxime asemănătoare spațiate regulat, înconjurate de intervale cu frecvențe mici, sau chiar lipsuri, pe care le pune pe seama unor artefacte datorate rezoluției sau chiar algoritmului de obținere a expoziției.

Corelația raster a pantei bazinului cu altitudinea sa (fig. 3 g) scoate în evidență o semnificativitate slabă, în general, cu cât creşte altitudinea crescând şi panta, relație directă care este însă mai bine reprezentată în ecartul altitudinal 17-350 m şi ecartul de pantă 0-15°. Acest fapt este asociat cu faptul că la ecartul

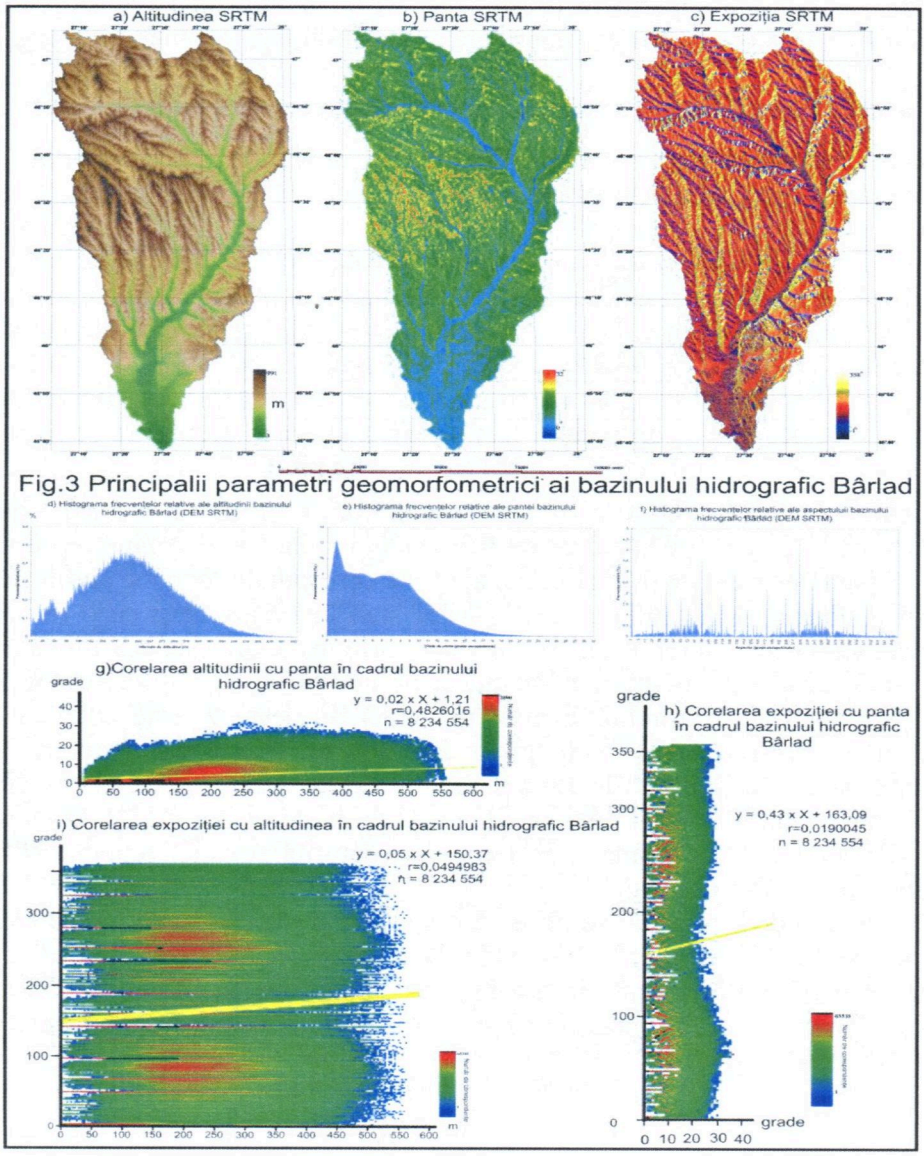


Fig.3 Principalii parametri geomorfometrici ai bazinului hidrografic Bârlad

altitudinal 17-150 m cea mai reprezentativă formă de relief este lunca largă şi cu pantă mică (0-2°) din sectoarele inferioare şi mediane ale râurilor (aici corelaţia fiind cea mai puternică). După altitudinea de 150 m norul de corelaţie începe să se împrăştie spre pantele de peste 2°, datorită faptului că aceste altitudini sunt caracteristice reversurilor de cuestă slab înclinate.

Corelarea raster a altitudinii cu expoziţia scoate în evidenţă din nou modelul spaţiat la 45° şi slaba relevanţă a corelaţiei (fig. 3 i). În afară de aceste intervale de corelaţie maximă, se remarcă nori de corelaţie între direcţiile V şi E cu altitudinile de 100-350 m, altitudini reprezentative pentru reversurile şi frunţile de cuestă. Acestea formând cea mai mare parte a suprafeţei bazinului, expoziţiile lor predominant vestice şi estice, imprimă maxime expoziţiei.

Corelarea raster a pantei cu expoziţia arată o nesemnificativitate generală evidentă (fig. 3 h). De asemenea, ea scoate în evidenţă un model asemănător cu cel observat de Evans (2000). Acesta se referă la modelul luat de norul de corelaţie, la pante mici, cu linii de corelaţie semnificativă între care se află curbe de corelaţie semnificativă. Acest model arată o corelaţie puternică a orientărilor NE-E şi SV-V cu pantele de până la 15°. Acest tip de model a fost observat şi de Evans (2000), fiind pus pe seama artefactelor interpolării modelului numeric (o serie de altitudinii apar preferenţial în model, ducând la valori preferenţiale de pantă aferente).

Concluzii

Din analizele efectuate se remarcă următoarele concluzii:

– Modelul numeric al terenului SRTM pentru bazinul hidrografic Bârlad poate fi folosit în analiza unor parametri geomorfometrici;

– Între parametrii geomorfometrici principali ai bazinului hidrografic Bârlad există corelaţii, denotând conexiuni cu procesele şi caracteristicile geomorfologice generale ale regiunii.

Bibliografie

Evans I.S., Cox N.J., *Relations between Land Surface Properties: Altitude, Slope and Curvature*, în Process Modelling and Landform Evolution, Hergarten S., Neugebauer H.J., (eds.), Springer, 1998.

Evans I.S., What *do terrain statistics really mean?*, în Landform Monitoring, Modeling and Analysis, editat de Lane S., Richards K., Chandler J., 1996.

Evans J., *Scale-Specific Landforms and Aspects of the Land Surface, Concepts and Modelling in Geomorphology: International Perspectives*, Edit. I. S. Evans, R. Dikau, E. Tokunaga, H. Ohmori şi M. Hirano, pp. 61–84, TERRAPUB, Tokyo, 2003.

Farr, T. G. et al. (2007), *The Shuttle Radar Topography Mission*, Rev. Geophys., 45, 2007, descărcată de pe http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_paper.pdf.

Florinsky I.V., *Combined analysis of digital terrain models and remotely sensed data in landscape investigations*, Progress in Physical Geography 22, 1, pag. 33-60, 1998.

Gamache M., *Free and Low Cost datasets for International Mountain cartography*, descărcată de pe http://www.icc.es/workshop/abstracts/ica_paper_web3.pdf, 2004

Gorokhovich Y., Voustianiouk A., *Accuracy assessment of the processed SRTM-based elevation data by CGIAR using field data from USA and Thailand and its relation to the terrain characteristics*, Remote Sensing of the Environment, 104, 409-415, 2006.

Goudie A. (ed.), *Geomorphological Techniques*, edited for the British Geomorphological Research Group, George Allen & Unwin, 1981.

Hârjoabă I., *Relieful Colinelor Tutovei*, Edit. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1968.

Hengl T., Reuter H.I. (ed.), *Geomorphometry: concepts, software, applications*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2007.

Ioniță I., *Relieful de cueste din Podişul Moldovei*, Edit. Corson, Iaşi, 2000.

Nelson A., Reuter H.I., Gessler P., *DEM production methods and sources*, în Geomorphometry: concepts, software, applications, Hengl T., Reuter H.I. (eds.), Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2007.

Pike R.J., *Geomorphometry – diversity in quantitative surface analysis*, Progress in Physical Geography 24, 1, pag. 1-20, 2000.

Pike R.J., Evans I.S., Hengl T., *Geomorphometry: a brief guide*, în Geomorphometry: concepts, software, applications, Hengl T., Reuter H.I. (eds.), Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2007.

Rădoane Maria, Ichim I., Rădoane N., Dumitrescu Gh., Ursu C., *Analiza cantitativă în geografia fizică*, Edit. Universității Al. I. Cuza, Iaşi, 1996.

Rădoane Maria, Dumitriu D., Ichim I., *Geomorfologie,* ediția a II-a, vol. I şi II, Editura Universității Suceava, 2006.

Rodriguez, E., C.S. Morris, J.E. Belz, E.C. Chapin, J.M. Martin, W. Daffer, S. Hensley, *An assessment of the SRTM topographic products*, Technical Report JPL D-31639, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, 2005, descărcată de pe http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_D31639.pdf.

Documentație SRTM CGIAR descărcată de pe http://srtm.csi.cgiar.org/ SRTMdataProcessingMethodology.asp.

Void-filled seamless SRTM data V1, 2004, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database: http://srtm.csi.cgiar.org

Documentație TntMips descărcată de pe www.microimages.com.

Documentație SRTM descărcată de pe ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/ srtm/version2/ Documentation/SRTM_Topo.pdf.

NASA Landsat Program, 2003, Landsat ETM+ scene p182r27_7k2000, SLC-Off, USGS, Sioux Falls, 10/26/2003.

TIPARUL EXECUTAT LA
IMPRIMERIA EDITURII UNIVERSITĂȚII
„ALEXANDRU IOAN CUZA" DIN IAȘI
700511 Iaşi, Păcurari 9, tel./fax 0232 314947
Format: 70×100/16
Apărut: 2008
Comanda: 112

Informaţii şi comenzi:
www.editura.uaic.ro
editura@uaic.ro

9789737032942

Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza“ Iaşi